

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-349141

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

- (51)Int.Cl.

H01L 21/68
 C23C 14/50
 H01L 21/205
 H01L 21/3065
 H05H 1/46

(21)Application number : 11-161865

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP
 MITSUBISHI ELECTRIC ENGINEERING CO LTD

(22)Date of filing : 09.06.1999

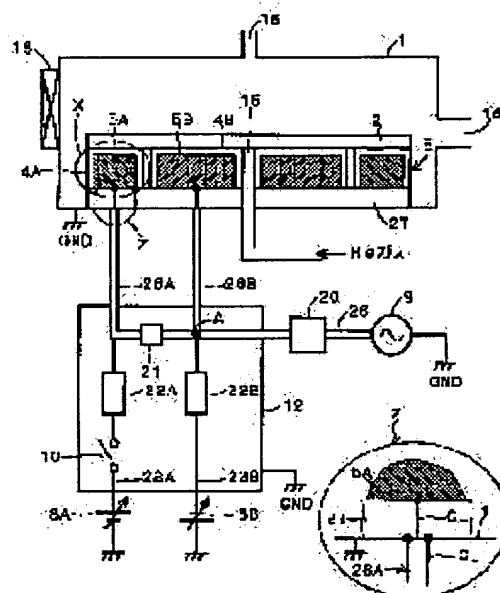
(72)Inventor : KOBAYASHI NORIYUKI
 HANAZAKI MINORU
 OKU KOJI

(54) PLASMA TREATER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treater provided with a low-cost and high-reliability electrostatic chuck which can fix a wafer even in a state that a plasma is not produced.

SOLUTION: This plasma treater incorporates an electrostatic chuck 5 for mounting a wafer 2 in a vacuum container 1. The chuck 5 is provided with a discal insulating board 27 provided on the bottom of the container 1, a ring-shaped electrode 5A provided on the edge part of the end of the board 27 and a discal electrode 5B, which is provided in an aperture provided in the electrode 5A and concentric with the electrode 5A. The electrodes 5A and 5B are constituted of aluminium and their surfaces other than the surfaces, which come into contact with the board 27, are respectively covered with dielectric films 4A and 4B containing a ceramics as their main component.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of extinction of right]

-

-

-

-

-

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-349141

(P2000-349141A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード*(参考)
H 0 1 L	21/68	H 0 1 L	21/68 R 4 K 0 2 9
C 2 3 C	14/50	C 2 3 C	14/50 A 5 F 0 0 4
H 0 1 L	21/205	H 0 1 L	21/205 5 F 0 3 1
	21/3065	H 0 5 H	1/46 A 5 F 0 4 5
H 0 5 H	1/46	H 0 1 L	21/302 B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-161865

(22) 出願日 平成11年 6 月 9 日 (1999. 6. 9)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目 2 番 3 号

(71) 出願人 591036457

三菱電機エンジニアリング株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 6 番 2 号

(72) 発明者 木場 規之

東京都千代田区大手町二丁目 6 番 2 号 三

菱電機エンジニアリング株式会社内

(74) 代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外 2 名)

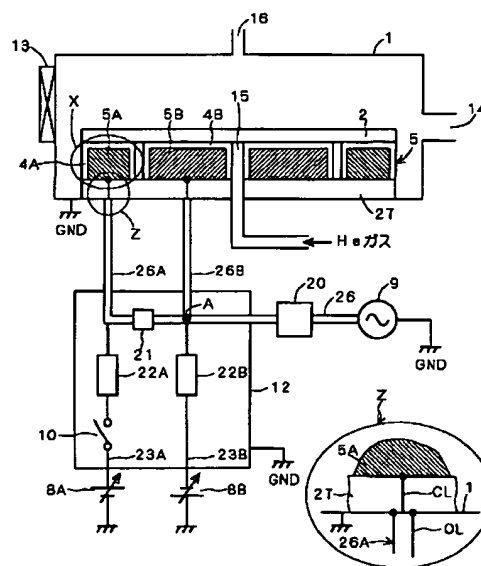
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマを生成しない状態でもウェハの固定が可能であり、コスト的に安価でかつ信頼性の高い静電チャックを備えたプラズマ処理装置を提供する。

【解決手段】 真空容器 1 内に、ウェハ 2 を載置する静電チャック 5 が配設されている。静電チャック 5 は、真空容器 1 の底面上に配設された円板状の絶縁板 2 7 と、絶縁板 2 7 の端縁部上に配設されたリング状の電極 5 A と、電極 5 A の開口部内に配設され、電極 5 A と同心をなす円板状の電極 5 B とを備えている。電極 5 A および 5 B はアルミニウムで構成され、絶縁板 2 7 に接する表面以外の表面はそれぞれセラミックスを主体とする誘電体膜 4 A および 4 B で覆われている。



- 1 : 真空容器
- 2 : ウェハ
- 5 : 静電チャック
- 4 A , 4 B : 誘電体膜
- 5 A , 5 B : 電極
- 8 A , 8 B : 電源
- 9 : 高周波電源
- 10 : スイッチ
- 21 : 距離スイッチ
- 22 A , 22 B : ローパスフィルタ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 プラズマを生成するとともに半導体基板が収容され、該半導体基板に前記プラズマによる処理を施す真空容器と、

前記真空容器内に配設され、前記半導体基板を載置し、静電吸着力により前記半導体基板を固定する静電チャックと、

前記静電チャックに直流電圧を印加する直流電源系と、前記静電チャックに高周波電力を供給する高周波電源系とを備え、

前記静電チャックは、前記半導体基板をその主面上に載置し、前記直流電圧に基づいて前記静電吸着力を発生させる第1および第2の電極を備え、

前記第1および第2の電極は、互いに分離可能かつ電気的に独立して配設され、

前記第1および第2の電極は、少なくともその側面、および前記半導体基板を載置する前記主面を覆うように形成された誘電体膜を有し、

前記第1および第2の電極は、前記高周波電力を供給されて前記真空容器の内壁との間で高周波放電により前記プラズマを生成する高周波電極を兼用する、プラズマ処理装置。

【請求項2】 前記直流電源系は、前記第1および第2の電極にそれぞれ異なる極性の電圧を与える第1および第2の直流電源と、

第1の直流電源の出力端に接続された第1の配線と、第2の直流電源の出力端に接続された第2の配線と、前記第1および第2の配線に介挿され、高周波を遮断する第1および第2のローパスフィルタと、

前記第1の配線に介挿され、該第1の配線の開閉を行うスイッチとを備え、

前記高周波電源系は、高周波電源と、

前記高周波電源の出力端に接続された同軸出力配線と、前記同軸出力配線から分岐し、それぞれ前記第1および第2の電極に接続される第1および第2の同軸配線と、前記第1の同軸配線に介挿され、該第1の同軸配線の開閉を行う同軸スイッチとを備え、

前記第1の配線は前記同軸スイッチよりも前記第1の電極側の前記第1の同軸配線の芯線に接続され、

前記第2の配線は前記第2の同軸配線の芯線に接続される、請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項3】 前記第1および第2の同軸配線の長さはほぼ同一である、請求項2記載のプラズマ処理装置。

【請求項4】 前記第1の電極はリング状をなし、前記第2の電極は円板状をなし、前記第1の電極の開口部内に配設される、請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項5】 前記第1および第2の電極の主面の面積はほぼ同一である、請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項6】 前記誘電体膜は、アルミナを主体として、チタニアを添加した組成を有する、請求項1記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 前記誘電体膜は、プラズマ溶射により前記アルミナおよび前記チタニアの溶融物を前記第1および第2の電極に衝突させて形成される、請求項6記載のプラズマ処理装置。

【請求項8】 前記第1および第2の電極の材質はアルミニウムであって、

前記誘電体膜と前記第1および第2の電極との間に、ニッケルとアルミニウムの合金膜をさらに備える、請求項6記載のプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はプラズマ処理装置に関し、特に、プラズマ処理装置内において半導体基板を静電吸着する静電チャックに関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体製造装置、特に半導体基板（以後、ウェハと呼称）をプラズマにより処理するプラズマ処理装置においては、半導体装置の微細化、ウェハの大口径化に伴って、プラズマ処理におけるウェハの温度制御に、より高精度な制御が要求されつつある。特に、ウェハの温度上昇の抑制は大きな課題であり、そのためにウェハの固定方式について種々の工夫がなされている。

【0003】ウェハの固定方式は大別して、機械式と静電チャック式とに分けられる。機械式は、ウェハを電極（あるいはウェハ載置台）上に載置し、ウェハの端縁部を機械的にクランプする方式であり、併せて、ウェハ裏面に熱伝達媒体としてHe（ヘリウム）ガス等を供給し、ウェハと電極間の熱伝達効率を増大させて、プラズマ処理に使用されるプラズマからの熱入射によるウェハの温度上昇を抑制する構成が採用される。

【0004】静電チャック式は、静電吸着力によりウェハを固定する方法であり、これは、ウェハと電極間に絶縁物（誘電体）を挟み、電極に直流電圧を印加することでウェハを静電吸着力で絶縁物上に吸着し、熱伝達効率を向上させる方式である。この方式では、ウェハ全面が絶縁物上に密着するので冷却効率がよく、また構造が比較的簡単であるので種々の方式が提案されている。

【0005】静電チャック式は、さらに単極型と双極型に大別される。単極型の動作原理を図7を用いて説明する。

【0006】図7において、電極45上に絶縁物44が配設され、ウェハ42は絶縁物44上に載置されている。電極45はプラズマを生成するための2つの電極の一方であり、もう一方の電極には接地された真空容器の壁面等が使用される。

【0007】ここで、両電極間に例えば、高周波放電に

よりプラズマを生成し、電極45に接続される直流電源48から例えばマイナス(−)の直流電圧を印加すると、プラズマ抵抗420を介して電気回路が形成され、電極45と絶縁物44との界面に正電荷(+)が誘起され、絶縁物44とウェハ42との界面に負電荷が誘起され、ウェハは正に帯電して、ウェハ42と絶縁物44との間にクーロン力、あるいはジョンソン−ラーベック力と呼ばれる引力が発生し、ウェハ42は絶縁物44に吸着される。

【0008】なお、図示は省略したが、ウェハ42の裏面にHeガスを供給することで、プラズマからウェハに入射した熱は、Heガスによって効率良く電極45に伝搬し、プラズマ処理中のウェハの温度上昇を抑制することができる。

【0009】次に双極型の静電チャックの一例として、特開平7-22499号公報に記載の構成を図8を用いて説明する。

【0010】図8においてプラズマ処理室となる真空容器51内に、ウェハ52を載置する基板保持電極53が配設され、基板保持電極53の周囲には周辺電極56が配設されている。基板保持電極53は絶縁物54の内部に電気的に独立した静電吸着電極55Aおよび55Bを埋設して構成され、静電吸着電極55Aおよび55Bはそれぞれ直流電源58Aおよび58Bに接続される構成となっている。静電吸着電極55Aから直流電源58Aに通じる配線経路には、静電吸着電極55Bから直流電源58Bに通じる配線経路に静電吸着電極55Aを接続するための、切り替えスイッチ510が設けられている。

【0011】周辺電極56は高周波電源59に接続され、また周辺電極56と静電吸着電極55Aおよび55Bとは結合コンデンサ57を介して接続されている。そして、ウェハ52の裏面には、絶縁物54を貫通してウェハ52の裏面に達するガス導入口515からHeガスが供給される構成となっている。

【0012】次に動作について説明する。ウェハ52は真空容器51に接続されたゲートバルブ513を経由して真空搬送装置(図示せず)により真空状態の真空容器51内に搬送され、基板保持電極53上に載置される。静電吸着電極55Aおよび55Bに、直流電源58Aおよび58Bから互いに極性の異なる電圧、本例では直流電源58Aおよび58Bから正電圧および負電圧を印加すると、ウェハ52を介して閉回路が形成され、ウェハ52を基板保持電極53に吸着できる。図9にその状態を模式的に示す。

【0013】図9に示すように、静電吸着電極55Aに対面するウェハ52の裏面には負電荷が誘起され、静電吸着電極55Bに対面するウェハ52の裏面には正電荷が誘起され、プラズマを生成しない状態でも静電吸着力によりウェハ52が固定される。

【0014】このように、ウェハ52を基板保持電極53に搭載後、プラズマ生成までの間もウェハ52を固定できることはウェハ52の電極上での予冷効果の他に、基板保持電極53が可動式の場合には、基板保持電極53の動作中において、ウェハ52の位置ずれを防止できる効果も有することになる。

【0015】次に、周辺電極56に高周波電源59から高周波電力を印加すると、周辺電極56と静電吸着電極55Aおよび55Bとの間で放電が発生し、プラズマが生成される。これに際して、切り替えスイッチ510を切り替えて静電吸着電極55Aを静電吸着電極55Bに接続し、静電吸着電極55Aおよび55Bに負電圧を印加すると、単極型静電チャックと同様にプラズマ抵抗を介して電気回路が形成され、基板保持電極53の表面、すなわち絶縁物54の表面とウェハ52との界面に正電荷が誘起され、ウェハは負に帯電して静電吸着力によりウェハ52が絶縁物54上に密着して固定されるので冷却効率が高くなる。また、ウェハ52の裏面にガス導入口515からHeガスを供給することでウェハ52の温度上昇をさらに抑制することができる。

【0016】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、単極型の静電チャックではプラズマを生成しない状態では静電吸着ができず、また、双極型の静電チャックでは静電吸着電極55Aおよび55Bを絶縁物54の内部に埋設した構成であったので、基板保持電極53の一部が損傷、汚染あるいは劣化した場合でも、基板保持電極53全体を交換する必要があった。しかしながら、絶縁物(誘電体)54を耐久性のあるセラミックスとし、静電吸着電極55Aおよび55Bと焼結により一体成型すると価格的に非常に高価になるとともに、製作に要する期間も長くなる。

【0017】また、絶縁物54をポリイミド等の高分子材料を用いる場合は、セラミックスを用いる場合に比べて安価に製作できるが、セラミックスに比べて耐久性の点で劣り、また、ウェハ裏面にゴミ等が付着した状態で吸着を行うと容易に穴が形成されるなど、信頼性および寿命の点で問題があった。

【0018】また、図8に示す構成では、周辺電極56と静電吸着電極55Aおよび55Bとは結合コンデンサ57を介して接続され、結合コンデンサ57を経由して静電吸着電極55Aおよび55Bに高周波電力を供給しているが、結合コンデンサ57を通過する高周波電力による高周波損失($\epsilon \tan \delta$)による発熱が避けられず、コンデンサの品質のばらつき、あるいは長期的な発熱による経年劣化やプラズマ処理中のコンデンサの発熱による特性の変化などの不安定要因があった。

【0019】本発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、プラズマを生成しない状態でもウェハの固定が可能であり、コスト的に安価でかつ信頼性

の高い静電チャックを備えたプラズマ処理装置を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明に係る請求項1記載のプラズマ処理装置は、プラズマを生成するとともに半導体基板が収容され、該半導体基板に前記プラズマによる処理を施す真空容器と、前記真空容器内に配設され、前記半導体基板を載置し、静電吸着力により前記半導体基板を固定する静電チャックと、前記静電チャックに直流電圧を印加する直流電源系と、前記静電チャックに高周波電力を供給する高周波電源系とを備え、前記静電チャックは、前記半導体基板をその主面上に載置し、前記直流電圧に基づいて前記静電吸着力を発生させる第1および第2の電極を備え、前記第1および第2の電極は、互いに分離可能かつ電氣的に独立して配設され、前記第1および第2の電極は、少なくともその側面、および前記半導体基板を載置する前記主面を覆うように形成された誘電体膜を有し、前記第1および第2の電極は、前記高周波電力を供給されて前記真空容器の内壁との間で高周波放電により前記プラズマを生成する高周波電極を兼用するものである。

【0021】本発明に係る請求項2記載のプラズマ処理装置は、前記直流電源系は、前記第1および第2の電極にそれぞれ異なる極性の電圧を与える第1および第2の直流電源と、第1の直流電源の出力端に接続された第1の配線と、第2の直流電源の出力端に接続された第2の配線と、前記第1および第2の配線に介挿され、高周波を遮断する第1および第2のローパスフィルタと、前記第1の配線に介挿され、該第1の配線の開閉を行うスイッチとを備え、前記高周波電源系は、高周波電源と、前記高周波電源の出力端に接続された同軸出力配線と、前記同軸出力配線から分岐し、それぞれ前記第1および第2の電極に接続される第1および第2の同軸配線と、前記第1の同軸配線に介挿され、該第1の同軸配線の開閉を行う同軸スイッチとを備え、前記第1の配線は前記同軸スイッチよりも前記第1の電極側の前記第1の同軸配線の芯線に接続され、前記第2の配線は前記第2の同軸配線の芯線に接続されるものである。

【0022】本発明に係る請求項3記載のプラズマ処理装置は、前記第1および第2の同軸配線の長さがほぼ同一となっている。

【0023】本発明に係る請求項4記載のプラズマ処理装置は、前記第1の電極がリング状をなし、前記第2の電極が円板状をなし、前記第1の電極の開口部内に配設されている。

【0024】本発明に係る請求項5記載のプラズマ処理装置は、前記第1および第2の電極の主面の面積がほぼ同一である。

【0025】本発明に係る請求項6記載のプラズマ処理装置は、前記誘電体膜が、アルミナを主体として、チタ

ニアを添加した組成を有している。

【0026】本発明に係る請求項7記載のプラズマ処理装置は、前記誘電体膜が、プラズマ溶射により前記アルミナおよび前記チタニアの溶融物を前記第1および第2の電極に衝突させて形成されるものである。

【0027】本発明に係る請求項8記載のプラズマ処理装置は、前記第1および第2の電極の材質はアルミニウムであって、前記誘電体膜と前記第1および第2の電極との間に、ニッケルとアルミニウムの合金膜をさらに備えている。

【0028】

【発明の実施の形態】< A. 装置構成 > 図1に本発明に係る実施の形態として、プラズマ処理装置100の構成を説明する概略図を示す。

【0029】図1においてプラズマ処理室となる真空容器1は、ウェハ2の出し入れを行うゲートバルブ13、容器内を真空排気する真空排気装置（図示せず）に接続された真空排気口14、プラズマを生成するためのガスを供給する処理ガス供給口16を有している。

【0030】< A-1. 静電チャックの構成 > 図1において真空容器1内に、ウェハ2を載置する静電チャック5が配設されている。静電チャック5は、真空容器1の底面上に配設された円板状の絶縁板27と、絶縁板27の端縁部に配設されたリング状の電極5Aと、電極5Aの開口部内に配設され、電極5Aと同心をなす円板状の電極5Bとを備えている。

【0031】電極5Aおよび5Bはアルミニウムで構成され、絶縁板27に接する表面以外の表面はそれぞれセラミックスを主体とする誘電体膜4Aおよび4Bで覆われている。

【0032】誘電体膜4Aおよび4Bの材質は、例えばアルミナ（ Al_2O_3 ）を主体として、チタニア（ TiO_2 ）を加えたものが使用され、その形成方法としては今回は真空溶射法を採用したが、大気溶射法でも良い。真空溶射法は、窒素（ N_2 ）、水素（ H_2 ）、不活性ガス等を真空中で電離させて生じる高温、高速のプラズマジェットに、コート材の粉末を供給し、プラズマジェット中で溶融、加速して母材に衝突させて皮膜を作る方法であり、プラズマ溶射とも呼称される。

【0033】従って、アルミナとチタニアの粉末を混合してプラズマジェットに供給し、電極5Aおよび5Bの表面に吹き付けることで誘電体膜4Aおよび4Bを形成することができる。

【0034】なお、チタニアは誘電体膜4Aおよび4Bに若干の導電性を持たせて、静電吸着力の発生を確実にするものであり、含有率が多くなると電気抵抗率が低下する。そして、電気抵抗率は温度によって変わるので、静電チャック5の最高使用温度に応じて、含有率を変えるなどの措置が採られる。

【0035】本例においては、誘電体膜4Aおよび4B

のチタニアの含有率は約8%であり、誘電体膜4Aおよび4Bの厚さは約300 μ mである。誘電体膜4Aおよび4Bを含めての電極5Aおよび5Bの高さは同一となるように構成され、静電チャック5のウェハ2を載置する面は平坦となっている。

【0036】また、絶縁板27および電極5Bの中央部を貫通してウェハ2の裏面に達するようにガス導入管15が配設されている。なお、図示は省略するが電極5Aおよび5Bの内部には、ヒータおよび冷却液路が設けられ、電極の温度制御が可能となっている。

【0037】ここで、図2に静電チャック5の分解斜視図を示す。図2に示すように、静電チャック5は絶縁板27、電極5Aおよび5Bの3つに分解できる構成となっている。絶縁板27中央にはガス導入管15が貫通し、ガス導入管15は電極5Bの中央に設けられた貫通穴151に挿入される構成となっている。先に説明したように電極5Aおよび5Bの内部に、ヒータおよび冷却液路を設けた場合は、ガス導入管15と同様に絶縁板27を貫通する電流導入端子や、冷却液導入コネクタを設け、それらを電極5Aおよび5Bのヒータおよび冷却液路に接続すれば良い。

【0038】次に、電極5Aおよび5Bの構成の詳細を図3を用いて説明する。図3は、図1における領域Xの詳細構成を示す図である。図3に示すように誘電体膜4Aおよび4Bと、電極5Aおよび5Bとの間には、アルミナとアルミニウムとの接着性改善と、熱膨張率の差異に起因して誘電体膜4Aおよび4Bに発生するクラックや剥離を防止するためのアンダーコート材3Aおよび3Bが配設されている。

【0039】アンダーコート材3Aおよび3Bは、ニッケル(Ni)とアルミニウムの合金膜であり、その比率は例えばニッケル5%、アルミニウム95%である。膜厚は約50 μ mであり、大気中での溶射により形成される。

【0040】また、電極5Aの角部C1およびC2と、電極5Bの角部C3には、曲率半径2mm程度の面取り加工を施し、誘電体膜4Aおよび4Bをプラズマ溶射で形成する際に、クラックの発生を防止するとともに、電極5Aおよび5Bに異なる極性の電圧を印加した場合でも、角部における電界集中を防止して異常放電の発生を防止する構成となっている。

【0041】なお、同様の面取り加工は、ガス導入管15が挿入される貫通穴151(図2参照)のウェハ側の角部にも施されている。

【0042】そして、電極5Aと5Bの間には、幅約1mmの間隙GPが設けられ、電極5Aおよび5Bを電氣的に分離して、両者に異なる極性の電圧を印加することを可能としている。

【0043】また、図示は省略するが、誘電体膜4Aおよび4Bの表面には、シリカ(SiO₂)や高分子材料

で封孔処理が施されている。封孔処理は誘電体膜4Aおよび4Bの表面の窪みや穴を塞いで平坦化するための処理であり、ウェハ2の密着性を向上させるために行われる。具体的には、シリカ系の封孔剤を溶媒に溶かし、その中に誘電体膜4Aおよび4Bが形成された電極5Aおよび5Bを浸して封孔剤を含浸させた後、焼成する。

【0044】<A-2. 電源系の構成>図1に示すように、プラズマ処理装置100の電源系は電極5Aおよび5Bに高周波電力を供給する系統と、直流電圧を印加する系統の2つがある。

【0045】高周波電力を供給する系統は、高周波電源9から同軸ケーブル26により整合回路(ブロッキングコンデンサ含む)20を経由してシールドケース12に入り、シールドケース12内で同軸ケーブル26Aおよび同軸ケーブル26Bに分岐し、同軸ケーブル26Bが直接に電極5Bに接続され、同軸ケーブル26Aが高周波経路の開閉スイッチである同軸スイッチ21を介して電極5Aに接続される構成となっている。ここで、同軸ケーブル26Aと電極5Aの接続部分である領域Zを詳細図として併せて示す。領域Zに示すように、電極5Aには同軸ケーブル26Aの芯線(内導体)CLが接続され、同軸ケーブル26Aの外導体OLは接地された真空容器1に接続されている。これは同軸ケーブル26Bと電極5Bとの接続においても同様である。

【0046】なお、高周波電力の供給においては、給電系のインピーダンスの相違、配線長さの相違によってそれぞれの電極に印加される高周波電圧の立ち上がりに時間差が生じたり、位相にずれが生じる可能性があり、これに起因してプラズマ処理中のウェハ2へのダメージ発生、あるいは電極間での異常放電の発生を防止するため、シールドケース12内の同軸配線経路の分岐点であるA点から、同軸ケーブル26Aおよび26Bの長さをほぼ等しくするように配線経路等を調整している。

【0047】また、電極5Aおよび5Bの主面の面積を両者ではほぼ等しくしており、高周波電源9からプラズマを介して形成されるインピーダンスが電極5Aおよび5Bではほぼ等しくなり、プラズマ処理が均一となるようにしている。

【0048】また、同軸スイッチ21としては、周波数が1GHzの場合、その挿入損失は0.1dB程度、アイソレーションが80dB程度、かつ機械的開閉寿命が100万回を越える市販製品が入手でき、通常のRF帯域である13.56MHzでは損出は更に小さくなる。なお、同軸スイッチ21を採用することで、インピーダンス変化や、ノイズの影響を最小限に抑えることができることは言うまでもない。

【0049】直流電圧を印加する系統は、直流電源8Aおよび8Bから、配線23Aおよび配線23Bによりシールドケース12内のローパスフィルタ22Aおよび22Bをそれぞれ経由して同軸ケーブル26Aおよび26

Bの芯線に接続される構成となっている。なお、直流電源8Aとローパスフィルタ22Aとの間にはスイッチ10が介挿されている。

【0050】ここでローパスフィルタ22Aおよび22Bの構成を図4に示す。なお、両者の構成は同一なので、単にローパスフィルタと総称する。

【0051】図4に示すようにローパスフィルタは直列に接続されたコイル221および抵抗223と、両者の接続ノードと接地電位(GND)との間に介挿されたコンデンサ222とを有し、コイル221の一端が高周波電源側に接続され、抵抗223の一端が直流電源側に接続される構成となっている。ローパスフィルタは高周波電源からの高周波電圧が直流電源に印加されることを防止するためのもので、高周波電圧が1000V程度とすれば、それを1/300程度に減衰させるように素子値が決定される。上記能力に従えば、コイル221、コンデンサ222および抵抗223のそれぞれの値は、47μH、25pF、100kΩ程度となる。なお、厳密にはローパスフィルタはコイル221とコンデンサ222で構成され、抵抗223は保護抵抗として機能する。

【0052】<B. 装置動作>次に、図1および図5に示すタイミングチャートを参照しつつプラズマ処理装置100の動作について説明する。

【0053】まず、図5(c)に示すようにゲートバルブ13を開いて真空搬送ロボット等により真空容器1内にウェハ2を搬入する。搬入後ゲートバルブ13は閉じられ、ウェハ2は静電チャック5上に載置される。

【0054】ウェハ2が静電チャック5上に載置されると、シールドケース12内のスイッチ10が閉じられ、図5(a)に示すように電極5Bには直流電源8Bから負の直流電圧(ここでは-400V)が印加され、図5(b)に示すように電極5Aには直流電源8Aから正の直流電圧(ここでは400V)が印加される。

【0055】この状態で、電極5Aに対面するウェハ2の裏面には負電荷が誘起され、電極5Bに対面するウェハ2の裏面には正電荷が誘起され、ウェハ2を介して閉回路が形成され、電極5Aおよび5Bは双極型静電チャックとして動作し、プラズマを生成しない状態でも静電吸着力によりウェハ2が固定される。なお、この状態では同軸スイッチ21は開放されている。

【0056】次に、図5(d)に示すように、処理ガス供給口16から真空容器1中にウェハ2のプラズマ処理のためのガス(処理ガス)を導入し、真空容器1内が所定圧力に達した段階でスイッチ10を開放し、続いて同軸スイッチ21を閉じることで、図5(b)に示すように電極5Aに負の直流電圧(ここでは-400V)を印加する。その直後に図5(e)に示すように、高周波電源9から電極5Aおよび5Bに高周波電圧を印加することで、電極5Aおよび5Bが高周波電極の一方の電極となり、接地された真空容器1の壁面が他方の電極とな

て真空容器1内でプラズマが生成され、プラズマ抵抗を介して電気回路が形成され、電極5Aおよび5Bは単極型静電チャックとして動作し、静電吸着力によりウェハ2が引き続き固定される。なお、真空容器1の壁面を高周波電極の他方の電極とせず、真空容器1内に接地された電極を配設し、それを高周波電極の他方の電極とするようにしても良い。

【0057】また、高周波電圧の印加と同時に図5(f)に示すように、ガス導入管15からHeガスを供給する。Heガスは電極5Aおよび5Bの表面、正確には誘電体膜4Aおよび4Bの表面のμmオーダーの凹凸による隙間に侵入してウェハ2の裏面全体に広がり、誘電体膜4Aおよび4Bの表面とウェハ2との間の熱伝達媒体として作用する。

【0058】Heガスの圧力は約10Torrであり、ウェハ2の冷却効率を高め、プラズマからの熱入射によるウェハの過度な温度上昇を防止できる。

【0059】なお、プラズマ処理終了後、ウェハ2を静電チャック5から取り外すには、図5(e)に示すように高周波電源9を停止させるとともに、図5(f)に示すようにHeガスの供給を停止し、同軸スイッチ21を開放し、続いてスイッチ10を閉じ、図5(a)に示すように電極5Bには負の直流電圧(ここでは-400V)が印加され、図5(b)に示すように電極5Aには正の直流電圧(ここでは400V)が印加されるようにする。これは、Heガスの圧力が真空容器1内の圧力よりも高い場合は、Heガスの圧力によってウェハ2が吹き飛ばされないようにするための処置である。

【0060】そして、図5(d)に示すように、処理ガスの供給を停止した後、処理ガスの排気および真空容器1にゲートバルブ13を介して隣接するウェハハンドリング室(図示せず)との圧力差を解消した後、ゲートバルブ13より真空搬送ロボット等を挿入した後、直流電源8Aおよび8Bを停止して、ウェハ2を取り外し、取り出す。

【0061】<C. 作用効果>以上説明したプラズマ処理装置100は、静電チャック5の電極5Aおよび5Bを分離可能な独立した構成とし、それぞれの表面を誘電体膜4Aおよび4Bで覆うようにしたので、両電極をセラミックス内に埋設し一体構造とした従来の電極埋め込み型の静電チャックに比べてコスト的に安価となる。

【0062】また、静電チャック5に汚染や劣化が生じた場合でも、電極5Aあるいは5Bの一方を交換するだけで解決できる可能性もあるので、汚染や劣化が生じた場合には全体を交換する必要があった従来の電極埋め込み型の静電チャックを備えたプラズマ処理装置に比べて、ランニングコストを低減することができる。

【0063】なお、図2に示すように絶縁板27も電極5Aおよび5Bから独立しているので、絶縁板27のみを交換することも可能であることは言うまでもない。

【0064】また、電極5Aの側面はプラズマに直接曝されるので汚染や劣化が生じやすい部分であるが、側面の誘電体膜をプラズマに対してより耐性のある誘電体材で覆うことにより、更なる寿命向上が可能となる。これは誘電体膜4Aをプラズマ溶射法で形成するので、部分的に材質を変更することが容易であるというプラズマ溶射法の利点の一つである。

【0065】また、プラズマ処理を行う際には電極5Aおよび5Bが高周波電極を兼用するので、専用の高周波電極を設ける場合に比べて構成が簡単であり、高周波電極の破損や、劣化というメンテナンス要因が低減することになる。

【0066】また、同軸ケーブル26Aおよび26Bの長さをほぼ等しくするようにしているので、給電系のインピーダンスの相違、配線長さの相違を解消して、プラズマ処理中のウェハ2へのダメージ発生、あるいは電極間での異常放電の発生を防止することができる。

【0067】＜D、変形例＞以上説明したプラズマ処理装置100では、静電チャック5は、リング状の電極5Aと、電極5Aと同心をなす円板状の電極5Bとで構成されていたが、この形状に限定されるものではない。

【0068】例えば、両電極を半円形とし、直線部が向かい合うように配設して円形とするような構成であっても良い。

【0069】また、電極5Aと電極5Bとが同心でなくても良く、図6に示す電極50Aおよび50Bのようにそれぞれの中心P1およびP2がずれた関係にある電極であっても良い。

【0070】

【発明の効果】本発明に係る請求項1記載のプラズマ処理装置によれば、静電チャックの第1および第2の電極を、互いに分離可能かつ電氣的に独立した構成とし、それぞれの表面を誘電体膜で覆うようにしたのでコスト的に安価となり、プラズマ処理装置のコストを低減できる。また、静電チャックに汚染や劣化が生じた場合でも、第1および第2の電極の一方を交換するだけで解決できる可能性もあるので、ランニングコストを低減することができる。また、プラズマ処理を行う際には第1および第2の電極が高周波電極を兼用するので、専用の高周波電極を設ける場合に比べて構成が簡単であり、高周波電極の破損や、劣化というメンテナンス要因が低減することになる。

【0071】本発明に係る請求項2記載のプラズマ処理装置によれば、高周波電源から高周波電力を出力せずプラズマが存在しない段階では、スイッチを閉じ、同軸スイッチを開放することで、第1および第2の直流電源から第1および第2の電極にそれぞれ異なる極性の電圧が与えられ、半導体基板と第1および第2の電極との間で閉回路が形成され、双極型の静電チャックとなって半導体基板が吸着される。高周波電源から高周波電力を出力

しプラズマを生成する段階では、スイッチを開放し、同軸スイッチを閉じることで、高周波電力が第1および第2の電極に供給され、第1および第2の電極を高周波電極として真空容器の内壁との間で高周波放電によりプラズマが生成され、また、第1の直流電源からの電圧が印加されなくなり、第2の直流電源の電圧のみが第1および第2の電極に印加されるが、プラズマ抵抗を介して第1および第2の電極と真空容器との間で電気回路が形成され、単極型の静電チャックとなって半導体基板が吸着される。従って、プラズマが生成されていない場合でも半導体基板を固定でき、また、第1および第2の電極への高周波電力の供給は第1および第2の同軸配線で行なわれるので、高周波損失による発熱や、経年劣化等が発生しにくく、信頼性の高いプラズマ処理装置が得られる。また、第1および第2の配線に高周波を遮断する第1および第2のローパスフィルタを備えるので、高周波電圧が第1および第2の直流電源に印加されることが防止される。

【0072】本発明に係る請求項3記載のプラズマ処理装置によれば、第1および第2の同軸配線の長さをほぼ同一とすることで、配線長さの相違を解消して、第1および第2の電極に印加される高周波電圧の立ち上がりを一致させ、位相を一致させることでプラズマ処理中の半導体基板へのダメージ発生、あるいは電極間での異常放電の発生を防止することができる。

【0073】本発明に係る請求項4記載のプラズマ処理装置によれば、円形状の半導体基板に適した静電チャックを得ることができる。

【0074】本発明に係る請求項5記載のプラズマ処理装置によれば、第1および第2の電極の主面の面積がほぼ等しいので、高周波電源系からプラズマを介して接地するまでのインピーダンスが第1および第2の電極でほぼ等しくなり、プラズマ処理が均一となる。

【0075】本発明に係る請求項6記載のプラズマ処理装置によれば、誘電体膜がアルミナにチタニアを含むことで電気抵抗率が低下し、静電吸着力の発生を確実にできる。また、アルミナを主体とするので、耐熱性、耐久性に優れた誘電体膜となる。

【0076】本発明に係る請求項7記載のプラズマ処理装置によれば、誘電体膜をプラズマ溶射で形成するので、誘電体膜の形成が容易であるとともに、プラズマに直接曝される部分の誘電体膜をプラズマに対してより耐性のある材質に変えることも可能となる。

【0077】本発明に係る請求項8記載のプラズマ処理装置によれば、合金膜の存在により、誘電体膜と第1および第2の電極との接着性を改善でき、両者の熱膨張率の差異に起因して誘電体膜に発生するクラックや剥離を防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る実施の形態のプラズマ処理装置

の構成を説明する図である。

【図2】 本発明に係る実施の形態のプラズマ処理装置の静電チャックの構成を説明する分解斜視図である。

【図3】 本発明に係る実施の形態のプラズマ処理装置の静電チャックの部分断面図である。

【図4】 本発明に係る実施の形態のプラズマ処理装置のローパスフィルタの構成を説明する図である。

【図5】 本発明に係る実施の形態のプラズマ処理装置の動作を説明するタイミングチャートである。

【図6】 本発明に係る実施の形態のプラズマ処理装置の静電チャックの電極の変形例を説明する図である。

【図7】 従来の単極型静電チャックの動作を説明する*

*図である。

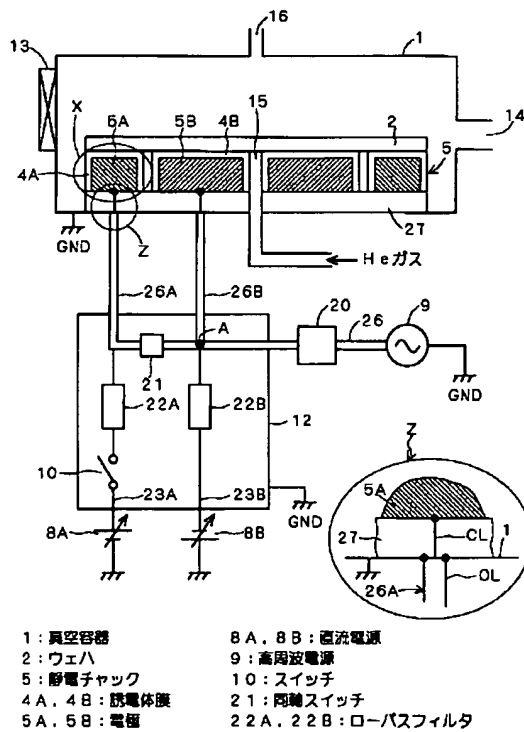
【図8】 従来の双極型静電チャックを備えた半導体装置の構成を説明する図である。

【図9】 従来の双極型静電チャックの動作を説明する図である。

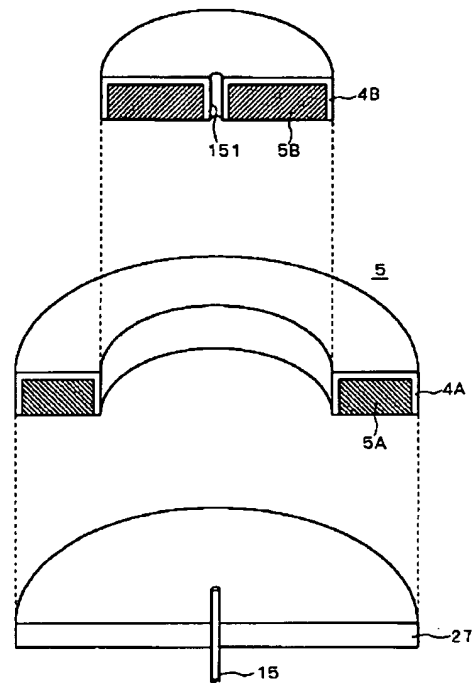
【符号の説明】

1 真空容器、2 ウェハ、5 静電チャック、3 A、3 B アンダーコート、4 A、4 B 誘電体膜、5 A、5 B 電極、8 A、8 B 直流電源、9 高周波電源、10 スイッチ、21 同軸スイッチ、22 A、22 B ローパスフィルタ。

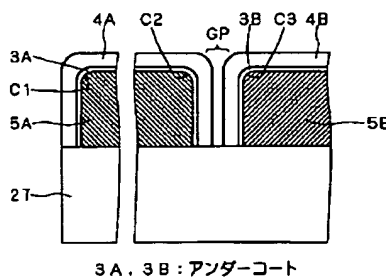
【図1】



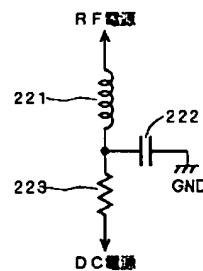
【図2】



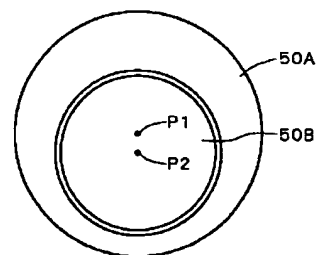
【図3】



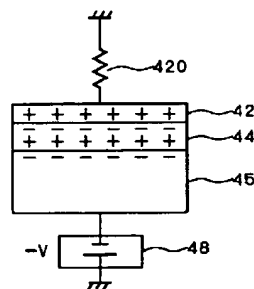
【図4】



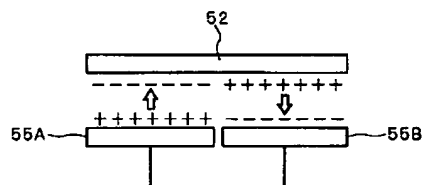
【図6】



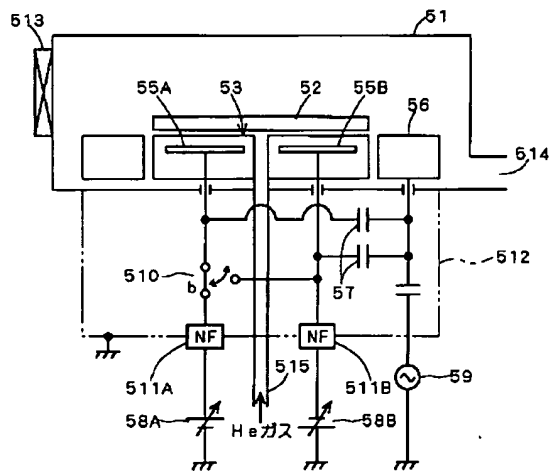
【図7】



【図9】



【図8】



F ターム(参考) 4K029 BA23 BA44 B802 BD01 JA05
5F004 BB12 BB13 BB22 BB25 BB29
5F031 HA17 HA18 HA19 MA28 MA32
PA30
5F045 EM05 EM07 EM09

(72)発明者 花崎 稔
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 奥 康二
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内